

WO 02/40336 A1



(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Steer-by-wire-Lenkanlage vorgeschlagen mit einem Lenkradaktuators und einer auf die Lenksäule (3) wirkenden Bremsenrichtung. Die Bremsenrichtung wird aktiviert, wenn das Lenkrad des Fahrzeugs blockiert oder zumindest stark abgebremst werden soll; beispielsweise wenn der Lenkanschlag erreicht wird oder eine Bordsteinkante überfahren wird. Die Bremsenrichtung arbeitet wie ein schaltbarer Freilauf.

5

10 Kupplung für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft eine Steer-by-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer drehfest mit einer Lenksäule verbundenen Lenkhandhabe, mit einem auf die Lenksäule wirkenden Lenkradaktuator, wobei der Lenkradaktuator einen drehfest mit der Lenksäule verbundenen Rotor und einen Stator aufweist.

20 Steer-by-Wire-Lenkanlagen zeichnen sich dadurch aus, dass im Normalbetrieb keine direkt mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und den gelenkten Rädern vorhanden ist. Der Fahrerlenkwunsch wird vielmehr über Drehwinkelsensoren
25 an der Lenksäule erfasst und von einem Steuergerät verarbeitet, welches entsprechende Steuersignale an einen auf die gelenkten Räder des Fahrzeugs wirkenden Lenksteller übermittelt.

30 Ein Lenkradaktuator simuliert dem Fahrer dabei über ein Moment den Straßenkontakt. Hierfür werden relativ niedrige Momentenniveaus benötigt (ca. 5 Nm). Aus diesem Grund lässt sich der momentenerzeugende E-Motor ohne zusätzliches Übersetzungsgetriebe als Direktantrieb in den Aktuator
35 integrieren. Dadurch wird ein sehr gutes Lenkgefühl mit geringer Momentenschwankung und geringer Geräuschbildung ermöglicht.

Sollen dem Fahrer höhere Momente z.B. durch einen Lenkungsanschlag oder Bordsteinanschlag der Räder simuliert werden, so ist das mit einem solchen E-Motor ohne Getriebe nicht möglich. Da der bei herkömmlichen Lenkungen durch das Lenkgetriebe vorgegebene Lenkanschlag bei Steer-by-Wire-Lenkanlagen keine Begrenzungen der Drehbewegung des Lenkrads bewirkt, ist es notwendig einen gesonderten Lenkanschlag für das Lenkrad bzw. die Lenksäule vorzusehen. Dies ist notwendig, um zu verhindern, dass z.B. eine Wickelfeder in der Lenksäule, welche für die Betätigung der Hupe, das Auslösen eines Airbags und/oder die Betätigung eines Automatikgetriebes erforderlich ist, unzulässig weit verdreht wird. Wenn die Wickelfeder unzulässig weit verdreht wird, nimmt sie Schaden. Auch ein Bordsteinanschlag kann durch die Drehwinkelbegrenzung der Lenksäule simuliert werden.

Darüber hinaus gibt es Steer-by-Wire-Lenkanlagen, die über eine sogenannte Rückfallebene verfügen. Unter Rückfallebene wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung eine konventionelle mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Lenksteller verstanden, die bei Ausfall der Steer-by-Wire-Lenkanlage aktiviert wird. Im Steer-by-Wire-Betrieb ist die mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Lenksteller durch eine lösbare Kupplung getrennt, während zum Aktivieren der Rückfallebene die lösbare Kupplung geschlossen wird.

Aus der DE 43 30 658 A1 ist eine mit Klemmkörpern arbeitende Lenkradsperre für Kraftfahrzeuge bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bremseinrichtung für eine Steer-by-Wire-Lenkanlage bereitzustellen, die kompakt baut, kostengünstig herstellbar ist und außerdem im Steer-by-Wire-Betrieb nur

eine geringe Energieaufnahme hat. Außerdem soll die Bremseinrichtung einfach und zuverlässig ansteuerbar sein.

Im Zusammenhang mit der Erfindung unterscheiden sich die Begriffe "Kupplung" und "Bremseinrichtung" dadurch, dass eine Kupplung Drehbewegungen und Drehmomente überträgt, während eine Bremseinrichtung im Sinne der Erfindung nur Drehmoment überträgt, da ein Teil der Bremseinrichtung drehfest mit dem Fahrzeug verbunden ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer drehfest mit einer Lenksäule verbundenen Lenkhandhabe, mit einem auf die Lenksäule wirkenden Lenkradaktuators, wobei der Lenkradaktor einen drehfest mit der Lenksäule verbundenen Rotor und einen Stator aufweist, dadurch gelöst, dass eine auf die Lenksäule wirkende Bremseinrichtung vorhanden ist, und dass die Bremseinrichtung in Abhängigkeit des vom Stator auf das Fahrzeug übertragene Drehmoment betätigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß auch durch eine Steer-by-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer mit einer Lenksäule verbundenen Lenkhandhabe, insbesondere eines Lenkrads, mit einer ersten Abschnitt mit einem zweiten Abschnitt einer Lenksäule kuppelnden Kupplung, mit einem auf die Lenksäule wirkenden Lenkradaktuators, wobei der Lenkradaktor einen drehfest mit der Lenksäule verbundenen Rotor und einen Stator aufweist, dadurch gelöst, dass die Kupplung in Abhängigkeit des vom Stator auf die Lenksäule übertragenen Drehmoments betätigt wird.

Vorteile der Erfindung

Mit Hilfe der auf die Lenksäule wirkenden Bremseinrichtung,

die in Abhängigkeit des vom Stator auf das Fahrzeug übertragene Drehmoment betätigt wird, kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass bei Bedarf auch große Drehmomente von der Lenksäule über das Lenkrad an den Fahrer des Fahrzeugs zurückgemeldet werden können. Dies kann bspw. der Fall sein, wenn der Lenkanschlag der Steer-by-Wire-Lenkanlage erreicht ist oder das Fahrzeug mit den gelenkten Rädern gegen eine Bordsteinkante fährt und anderes mehr. In all diesen Situationen ist es ausreichend, ein großes Bremsmoment auf die Lenksäule aufzubringen, eine Drehbewegung muss vom Lenkradaktuator bzw. der Bremseinrichtung nicht ausgeführt werden. Dadurch kann auf den Einbau eines Untersetzungsgetriebes im Lenkradaktuator verzichtet werden, was ein sehr gutes Lenkgefühl mit geringer Momentenschwankung und geringer Geräuschbildung ermöglicht.

Bei der Lenkanlage nach dem nebengeordneten Anspruch 2 genügt es die Kupplung zu schließen, so dass die mechanische Rückfallebene aktiviert wird, um das Lenkrad so schwergängig zu machen, um dem Fahrer des Fahrzeugs die Empfindung eines "Anschlags", bzw. einer Drehwinkelbegrenzung des Lenkrads zu vermitteln.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Kupplung nach dem nebengeordneten Anspruch 2 eine Bremseinrichtung im Sinne der Erfindung ist. Dies bedeutet, dass die Ausgangswelle der Kupplung drehfest mit dem Fahrzeug verbunden ist.

Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung einen schaltbaren Freilauf umfasst, der in einem ersten Schaltzustand für beide Drehrichtungen der Lenksäule einen Freilauf und in einem zweiten Schaltzustand für beide Drehrichtungen eine drehfeste Verbindung von Lenksäule und Fahrzeug bewirkt, dass der Freilauf eine mit

dem Fahrzeug drehfest verbundenen Außenring aufweist, dass der Außenring konzentrisch zur Lenksäule angeordnet ist, dass von den einander zugewandten Flächen von Außenring und Lenksäule eine erste Fläche zylindrisch ausgebildet ist, während die zweite Fläche einen in Umfangsrichtung zu- und abnehmenden Durchmesser aufweist, dass zwischen dem Außenring und der Lenksäule Klemmkörper angeordnet sind und dass eine Betätigungseinrichtung vorhanden ist, mit der die Klemmkörper relativ zur zweiten Fläche in Umfangsrichtung arretierbar oder verdrehbar sind.

Durch die Ausgestaltung der Bremseinrichtung als schaltbaren Freilauf wird erreicht, dass auf kleinstem Raum große Bremsmomente auf die Lenksäule übertragen werden können. Die Klemmkörper greifen jeder für sich linienförmig an der Lenksäule an und außerdem sind eine Vielzahl von Klemmkörpern über den Umfang der Lenksäule verteilt, so dass keine unzulässig hohen Beanspruchungen der Lenksäule bei aktivierter Bremseinrichtung entstehen. Auch Kerbwirkungen oder anderes mehr sind nicht zu befürchten. Außerdem sind Freiläufe sehr kostengünstig herstellbar.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Klemmkörper in einem Käfig geführt werden, dass die Klemmkörper durch in den Käfig integrierte Federelemente bzw. durch den Käfig selbst von der ersten Fläche weggedrückt werden, dass der Stator pendelnd gelagert ist, dass der Käfig und der Stator drehfest miteinander verbunden sind, dass der Rotor des Lenkradaktuators drehfest mit der ersten Fläche verbunden ist, und dass die Drehung des Stators relativ zum Außenring durch mindesten ein auf Stator und Außenring wirkendes Federelement bis zum Erreichen des Auslösemoments verhindert wird. Bei dieser Ausführungsform ist der Lenkradaktor in die Bremseinrichtung integriert und das vom Lenkradaktor auf die Lenksäule übertragene Drehmoment wird unmittelbar zum

Betätigen der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung herangezogen. Diese, rein mechanische, Lösung ist sehr robust und naturgemäß unabhängig von etwa auftretenden Störungen im Steuergerät oder der Versorgungsspannung des Bordnetzes des Fahrzeugs.

Es hat sich als besonders zuverlässig erwiesen, wenn das mindestens eine Federelement sich mit einem ersten Ende gegen den Stator und einen Anschlag des Außenrings und mit einem zweiten Ende gegen den Außenring abstützt.

Bei einer alternativen Ausführungsform kann das Betätigungsglied der Betätigungseinrichtung durch die Kraft einer Feder in Richtung der ersten Fläche bewegt werden und das Betätigungsglied durch die Kraft eines Hubmagneten in entgegengesetzter Richtung betätigbar sein. Bei dieser Ausführungsform muss der Elektromotor des Lenkradaktuators nicht in die Bremseinrichtung integriert werden, sondern kann an einem anderen Ort an der Lenksäule angreifen. Da bei vielen Bauarten von Elektromotoren der elektrische Strom durch den Motor proportional zu dem von diesem abgegebenen Moment ist, kann ohne gesonderte Momentenmessung immer dann, wenn ein Drehmoment auf die Lenksäule aufgeprägt werden soll, welches der Lenkradaktor alleine aufzubringen nicht imstande ist, die Betätigungseinrichtung durch Ansteuern des Hubmagneten aktiviert werden kann.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Steer-by-Wire-Lenkanlage mit mechanischer Rückfallebene,

5 Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Steer-by-Wire-Lenkanlage ohne mechanische Rückfallebene,

10 Fig. 3a: einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kupplung,

Fig. 3b: einen Querschnitt entlang der Linie I-I in Fig. 3a,

15 Figur 3c: einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Kupplung entlang der Linie II-II.

20 Figur 4a: einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kupplung,

Figur 4b: einen Querschnitt entlang der Linie II-II in Fig. 4a und

25 Figur 4c: einen Querschnitt entlang der Linie I-I.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30 In Figur 1 ist eine Steer-by-Wire-Lenkanlage mit einer mechanischen Rückfallebene schematisch dargestellt. Aufgabe jeder Lenkanlage ist es, den durch Drehen eines Lenkrads 1 geäußerten Lenkwunsch auf die in Figur 1 nicht dargestellten gelenkten Räder des Fahrzeugs zu übertragen. Bei konventionellen mechanischen, hydraulischen oder
35 elektrischen Lenkungen erfolgt diese Übertragung über eine aus mehreren Teilen 3a, 3b, 3c und 3d zusammengesetzte

Lenksäule 3 und einen in der Regel als Lenkgetriebe ausgeführten Lenksteller 5, welcher die Drehbewegung der Lenksäule 3 in eine Linearbewegung umsetzt.

- 5 Bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage wird die Lenksäule 3 durch eine Kupplung 7 in die Teile 3a und 3b aufgetrennt. Selbstverständlich kann die Kupplung 7 auch an den Teilen 3c und 3d angeordnet sein.
- 10 Im Steer-by-Wire-Betrieb, d. h. bei geöffneter Kupplung 7, wird der Fahrerlenkwunsch an dem direkt mit dem Lenkrad 1 verbundenen Teil 3a der Lenksäule von einem in Figur 1 nicht dargestellten Lenkraddrehwinkelsensor aufgenommen und
15 übertragen. Das Steuergerät wiederum steuert den Lenksteller 5 an, welcher auf die nicht dargestellten gelenkten Räder des Fahrzeugs einwirkt.
- 20 Im Steer-by-Wire-Betrieb werden Rückwirkungen von der Fahrbahn auf die gelenkten Räder über einen Lenkradaktuator 9 an das Lenkrad 1 übertragen. Für den Fall, dass in der Steer-by-Wire-Lenkanlage ein Fehler erkannt wird, wird die Kupplung 7 geschlossen und die Übertragung des
25 Fahrerlenkwunsches vom Lenkrad 1 auf die gelenkten Räder erfolgt auf konventionelle Weise über die Lenksäule 3 und den Lenksteller 5.
- 30 In Figur 2 ist eine Steer-by-Wire-Lenkanlage schematisch dargestellt, bei der keine mechanische Rückfallebene vorhanden ist. Der Lenksteller 5 wird in diesem Fall wie im Steer-by-Wire-Betrieb der Figur 1 angesteuert.
- 35 Um den Lenkraddrehwinkel begrenzen zu können, ist an einem Ende der Lenksäule 3 eine erfindungsgemäße Bremseinrichtung 10 vorgesehen. Die Bremseinrichtung 10 ist drehfest mit dem Fahrzeug verbunden ist. Die Bremseinrichtung 10 dient als

Lenkanschlag und zum Blockieren des Lenkrads 1. Wenn das Lenkrad 1 mehrere Umdrehungen in eine Richtung ausgeführt hat, wird die Bremseinrichtung 10 aktiviert und somit ein Weiterdrehen des Lenkrads 1 verhindert. Damit ist die in

5 Figur 2 nicht dargestellte Wickelfeder in der Lenksäule 3 wirksam gegen Beschädigungen geschützt. Das Blockieren des Lenkrads 1 kann auch gewünscht sein, wenn das Fahrzeug mit den gelenkten Rädern an eine Bordsteinkante fährt und der Lenkradaktuator 9 kein dementsprechend großes Drehmoment

10 aufbringen kann. Das Blockieren des Lenkrads 1 erfolgt auch, wenn das Fahrzeug außer Betrieb ist, so dass das Lenkrad 1 beim Ein- und Aussteigen dem Fahrer als Halt dienen kann. Darüberhinaus hat das Blockieren des Lenkrads 1 bei abgestelltem Fahrzeug noch die Funktion einer

15 Diebstahlsicherung. Es ist vorteilhaft, wenn die Bremseinrichtung 10 im stromlosen Zustand geschlossen ist.

Die Bremseinrichtung 10 kann in Abhängigkeit des vom Lenkradaktuator 9 auf die Lenksäule 3 aufgeprägten

20 Drehmoments betätigt werden. Bei manchen Motorenbauarten für Lenkradaktuatoren 9 ist das von diesen abgegebene Drehmoment abhängig vom Stromfluß durch den Motor, so dass über eine Strommessung das Drehmoment bestimmt werden kann.

25 In der Figur 3a ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 10 im Längsschnitt dargestellt. Koaxial zur Lenksäule 3 ist ein Außenring 40 angeordnet, welcher drehfest mit dem nicht dargestellten

30 Fahrzeug verbunden ist.

Die Lenksäule 3 weist eine zylindrische Außenfläche 19 auf. Zwischen einer Innenfläche 21 des Außenrings 40 und der zylindrischen Außenfläche 19 sind Klemmkörper 45

35 angeordnet. Die Klemmkörper 45 werden von einem Käfig 44 fixiert.

In dem Außenring 40 ist eine Betätigungseinrichtung 29 angeordnet. Die Betätigungseinrichtung 29 weist ein Betätigungsglied 31 auf, welches als zylindrischer Stift ausgebildet ist. Wenn das Betätigungsglied 31 in Richtung der zylindrischen Außenfläche 19 der Lenksäule 3 bewegt wird, presst es einen Abschnitt 27 des Käfigs 44 auf die zylindrischen Außenfläche 19 der Lenksäule 3, so dass der Käfig 44 die Drehbewegung der Lenksäule 3 annimmt. Sobald der Käfig 44 sich relativ zum Außenring 40 verdreht, werden die Klemmkörper 45 ebenfalls relativ zum Außenring 40 verdreht, wodurch die Bremseinrichtung 10 aktiviert wird.

Das Aktivieren der Bremseinrichtung 10 wird anhand der Figur 3b, welche einen Schnitt entlang der Linie I-I darstellt, erläutert.

Aus der Figur 3b ist ersichtlich, dass die Lenksäule 3 eine zylindrische Außenfläche 19 aufweist, und dass die Innenfläche 21 des Außenrings 40 nicht zylindrisch gestaltet ist. Die Innenfläche 21 weist vielmehr unterschiedliche Radien auf. In Figur 3b sind die Klemmkörper 45 an den Orten des größten Durchmessers der Innenfläche 21 positioniert. In dieser Position berühren die Klemmkörper 45 die Außenfläche 19 der Lenksäule nicht, so dass keine Übertragung von Momenten zwischen Außenring 40 und Lenksäule 3 erfolgt. Die Klemmkörper 45 werden durch den Käfig 44 in der dargestellten Position gehalten. Dabei ist der Käfig 44 entweder selbst so elastisch ausgebildet, dass er die Klemmkörper 45 nach außen drückt oder er weist zusätzliche Federelemente (nicht dargestellt) auf, welche die Klemmkörper 45 nach außen drücken.

Wenn nun, wie im Zusammenhang mit der Figur 3a bereits erläutert, der Käfig 44 durch die Lenksäule 3 mitgenommen wird, dann bewegt der Käfig 44 die Klemmkörper 45 aus der

in Figur 3b gezeigten Lage und die Klemmkörper 45 rollen auf der Innenfläche 21 des Außenrings 40 und nähern sich der zylindrischen Außenfläche 19 der Lenksäule 3 bis sie diese schließlich berühren. Sobald sich Außenring 40 und
5 Lenksäule 3 noch weiter relativ zueinander verdrehen, verklemmen die Klemmkörper 45 Außenring 40 und Lenksäule 3. Es entsteht eine drehfeste Verbindung zwischen Außenring 40 und Lenksäule 3. In diesem Zustand, der in Figur 3b nicht dargestellt ist, ist die Bremseinrichtung 10 aktiviert und
10 das Lenkrad 1 blockiert.

Da der Durchmesser der Innenfläche 21 des Außenrings 40 ausgehend von den Orten mit dem größten Durchmesser symmetrisch zu beiden Seiten abnimmt, rückt die
15 Bremseinrichtung 10 unabhängig von der Richtung der Relativdrehung von Außenring 40 und Lenksäule 3 ein, wenn das Betätigungsglied 31 den Abschnitt 27 des Käfigs 44 auf die Lenksäule 3 presst. Ein gewisses Spiel in der Lenksäule 3 bei aktivierter Bremseinrichtung 10 beim Wechsel der
20 Drehrichtung des Lenkrads 1 ist beim Betrieb der Rückfallebene akzeptabel.

Die Funktion der Betätigungseinrichtung 29 wird anhand der Figur 3c näher erläutert. Die Figur 3c ist gegenüber den
25 Figuren 3a und 3b vergrößert dargestellt. In dieser Darstellung ist die Ausgestaltung der Innenfläche 21 des Außenrings 40 besonders deutlich zu erkennen. Durch den unterschiedlichen Abstand zwischen Außenfläche 19 der Lenksäule 3 und der Innenfläche 21 des Außenrings 40 tritt
30 ein Verklemmen der Klemmkörper 45 zwischen Lenksäule 3 und Außenring 40 auf, sobald die Klemmkörper 45 sich aus der in den Figuren 3b und 3c gezeigten Positionen relativ zum Außenring 40 bewegen.

35 Die Betätigungseinrichtung 29 weist ein Betätigungsglied 31 auf, welches über eine Feder 33 auf den Käfig 44 gepresst

wird. Die Feder 33 stützt sich einerseits am Außenring 40 und andererseits an einem Bund 35 des Betätigungsglieds 33 ab. Das Betätigungsglied 31 taucht mit seinem oberen Ende in einen Hubmagneten 37 ein, der als Elektromagnet ausgeführt ist.

Wenn die Bremseinrichtung 10 geöffnet sein soll, wird der Hubmagnet 37 so von einem nicht dargestellten Steuergerät angesteuert, dass er eine der Kraft der Feder 33 entgegenwirkende und vom Betrag her größere Kraft auf das Betätigungsglied 31 ausübt. Im Ergebnis wird das Betätigungsglied 31 somit vom Käfig 44 abgehoben, so dass Eingangswelle 11 und Ausgangswelle 15 sich relativ zueinander verdrehen können.

Sobald das nicht dargestellte Steuergerät den Stromfluss durch den Hubmagneten 37 unterbricht, senkt sich das Betätigungsglied 31 aufgrund der Kraft der Feder 33 auf den Käfig 44 und bewirkt somit eine Aktivierung der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 10.

Die Bremseinrichtung 10 wird immer dann aktiviert, wenn beispielsweise der Lenkradaktuator 9 das erforderliche Drehmoment nicht bereitstellen kann oder wenn das Lenkrad 1 aus anderen Gründen aktiviert werden soll. Wie bereits erwähnt kann der Stromfluß durch den Elektromotor des Lenkradaktuators 9 zur Bestimmung des auf die Lenksäule wirkenden Drehmoments herangezogen werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, die Innenfläche 21 des Außenrings 40 zylindrisch auszugestalten und die Lenksäule 3 mit entsprechenden Klemmflächen zu versehen. Auch diese Ausführungsform ist, da sie nur auf einer geometrischen Umkehr beruht, vom Schutzbereich des Patents umfasst.

In Figur 4a ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung 10 im Längsschnitt dargestellt. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Außenring 40 drehfest mit dem Fahrzeug (nicht dargestellt) verbunden. Der Außenring 40 weist Klemmflächen 41 auf. Im Außenring 40 ist der Stator 42 des Lenkradaktuators 9 drehbar, bzw. pendelnd, gelagert. Der Rotor 43 des Elektromotors ist drehfest mit der Lenksäule 3 verbunden. Der Käfig 44 der Klemmkörper 45 ragt in den Stator 42 und ist mit diesem drehfest verbunden.

Der Stator 42 ist, wie aus Figur 4b ersichtlich, über Grenzkraftfedern 46a und 46b und einen Absatz 47 am Gehäuse 40 fixiert. Der Käfig 44 wiederum ist z.B. mittels einer Nase 48 mit dem Stator 42 verbunden.

Erzeugt der Lenkradaktor ein Lenkmoment, so stützt sich das Reaktionsmoment am Stator 42 ab. Übersteigen die aus dem Reaktionsmoment resultierenden Kräfte die Vorspannung der Grenzkraftfedern 46a bzw. 46b, so bewegt sich der Stator 42 relativ zum Gehäuse 40. Die Grenzkraftfedern 46a und 46b stützen sich einenends an einem Vorsprung 47 des Stators 42 und einem Anschlag 49 des Außenrings 40 und anderenends am Außenring 40 ab.

Sobald sich der Stator 42 dreht, wird der Käfig 44 ebenfalls verdreht und die Klemmkörper 45 werden, wie aus Figur 4c ersichtlich, in die Klemmstellung eingerückt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Bremseinrichtung 10 in Abhängigkeit des vom Elektromotor abgegebenen Moments geschaltet. Soll beispielsweise ein Lenkansschlag simuliert werden, wird der Elektromotor so angesteuert, dass die aus dem Reaktionsmoment resultierenden Kräfte die Vorspannung der Grenzkraftfedern 46a und b überwinden und die Lenksäule 3 wird blockiert.

Soll das Schalten der als Drehwinkelbegrenzung arbeitenden Kupplung 7 Bremsenrichtung 10 nicht bei einem bestimmten Reaktionsmoment erfolgen, sondern z.B. von einem Steuergerät ausgelöst werden, so kann der Stator 42 in diesem Fall drehfest mit dem Gehäuse 40 verbunden werden (nicht dargestellt). Die Klemmkörper 45 werden federnd in die Klemmflächen 41 gedrückt. Das Betätigen und Einrücken der Kupplung erfolgt wie unter Figur 3c beschrieben.

- 10 Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

| | | |
|----|--------|-----------------------------------|
| 5 | 1 | Lenkrad |
| | 3 | Lenksäule |
| | 3a | Abschnitt der Lenksäule Lenksäule |
| | 3b | Abschnitt der Lenksäule Lenksäule |
| | 5 | Lenkgetriebe |
| 10 | 7 | Kupplung |
| | 9 | Lenkradaktuator |
| 15 | | |
| | 19 | zylindrische Außenfläche |
| | 21 | Innenfläche |
| | 27 | Bereich |
| 20 | | |
| | 29 | Betätigungseinrichtung |
| | 31 | Betätigungsglied |
| | 33 | Feder |
| | 35 | Bund |
| 25 | 37 | Hubmagnet |
| | 40 | Außenring |
| | 41 | Klemmfläche |
| | 42 | Stator |
| 30 | 43 | Rotor |
| | 44 | Käfig |
| | 45 | Klemmkörper |
| | 46a, b | Grenzkraftfeder |
| | 47 | Vorsprung |
| 35 | 48 | Nase |
| | 49 | Anschlag |

5

10 Ansprüche

1. Steer-by-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer
mit einer Lenksäule (3) verbundenen Lenkhandhabe,
insbesondere eines Lenkrades (1), mit einem auf die
15 Lenksäule (3) wirkenden Lenkradaktuators (9), wobei der
Lenkradaktuators (9) einen drehfest mit der Lenksäule (3)
verbundenen Rotor (43) und einen Stator (42) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass eine auf die Lenksäule (3)
wirkende Bremseinrichtung vorhanden ist, und dass die
20 Bremseinrichtung in Abhängigkeit des vom Stator (42) auf
die Lenksäule (3) übertragenen Drehmoments betätigt wird.

2. Steer-by-Wire-Lenkanlage für ein Fahrzeug, mit einer
mit einer Lenksäule (3) verbundenen Lenkhandhabe,
25 insbesondere eines Lenkrads (1), mit einer ersten
Abschnitt (3a) mit einem zweiten Abschnitt (3b) einer
Lenksäule (3) kuppelnden Kupplung (7), mit einem auf die
Lenksäule (3) wirkenden Lenkradaktuators (9), wobei der
Lenkradaktuators (9) einen drehfest mit der Lenksäule (3)
30 verbundenen Rotor (43) und einen Stator (42) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung (7) in
Abhängigkeit des vom Stator (42) auf die Lenksäule (3)
übertragenen Drehmoments betätigt wird.

35

3. Steer-by-Wire-Lenkanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ausgangswelle der Kupplung (7) drehfest mit dem Fahrzeug verbunden ist.

5

4. Steer-by-Wire-Lenkanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (10) eine Kupplung ist.

10

5. Steer-by-Wire-Lenkanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (10) einen schaltbaren Freilauf umfasst, der in einem ersten Schaltzustand für beide Drehrichtungen der Lenksäule (3) einen Freilauf und in einem zweiten Schaltzustand für beide Drehrichtungen eine drehfeste Verbindung von Lenksäule (3) und Fahrzeug bewirkt, dass der Freilauf einen mit dem Fahrzeug drehfest verbundenen Außenring (40) aufweist, dass der Außenring (40) konzentrisch zur Lenksäule (3) angeordnet ist, dass von den einander zugewandten Flächen (19, 21) von Außenring (40) und Lenksäule (3) eine erste Fläche (19) zylindrisch ausgebildet ist, während die zweite Fläche (21) einen in Umfangsrichtung zu- und abnehmenden Durchmesser aufweist, dass zwischen dem Außenring (40) und der Lenksäule (3) Klemmkörper (45) angeordnet sind, und dass eine Betätigungseinrichtung (29, 42) vorhanden ist mit der die Klemmkörper (45) relativ zur zweiten Fläche (21) in Umfangsrichtung arretierbar oder verdrehbar sind.

20

25

30

35

6. Steer-by-wire-Lenkanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmkörper (45) in einem Käfig (44) geführt werden, dass die Klemmkörper (45) durch in den Käfig (44) integrierte Federelemente, bzw. durch den Käfig (44) selbst, von der ersten Fläche (19) weggedrückt werden, dass der Stator (42) pendelnd gelagert ist, dass der Käfig (44) und der Stator (42) drehfest miteinander verbunden

sind, dass der Rotor (43) des Lenkradaktuators (9) drehfest mit der ersten Fläche (19) verbunden ist, und dass die Drehung des Stators (42) relativ zum Außenring (40) durch mindestens ein auf Stator (42) und Außenring (40) wirkendes Federelement (46a, 46b) bis zum Erreichen des Auslösemoments verhindert wird.

7. Steer-by-wire-Lenkanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich das mindestens eine Federelement (46a, 46b) mit einem ersten Ende gegen den Stator (42) und einen Anschlag (49) des Außenrings (40) und mit einem zweiten Ende gegen den Außenring (40) abstützt.

8. Steer-by-Wire-Lenkanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betätigungsglied (31) der Betätigungseinrichtung (29) durch die Kraft einer Feder (33) in Richtung der ersten Fläche (19) bewegt wird, und dass das Betätigungsglied (31) durch die Kraft eines Hubmagneten (37) in entgegengesetzter Richtung betätigbar ist.

9. Steer-by-Wire-Lenkanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubmagnet (37) ein Elektromagnet ist.

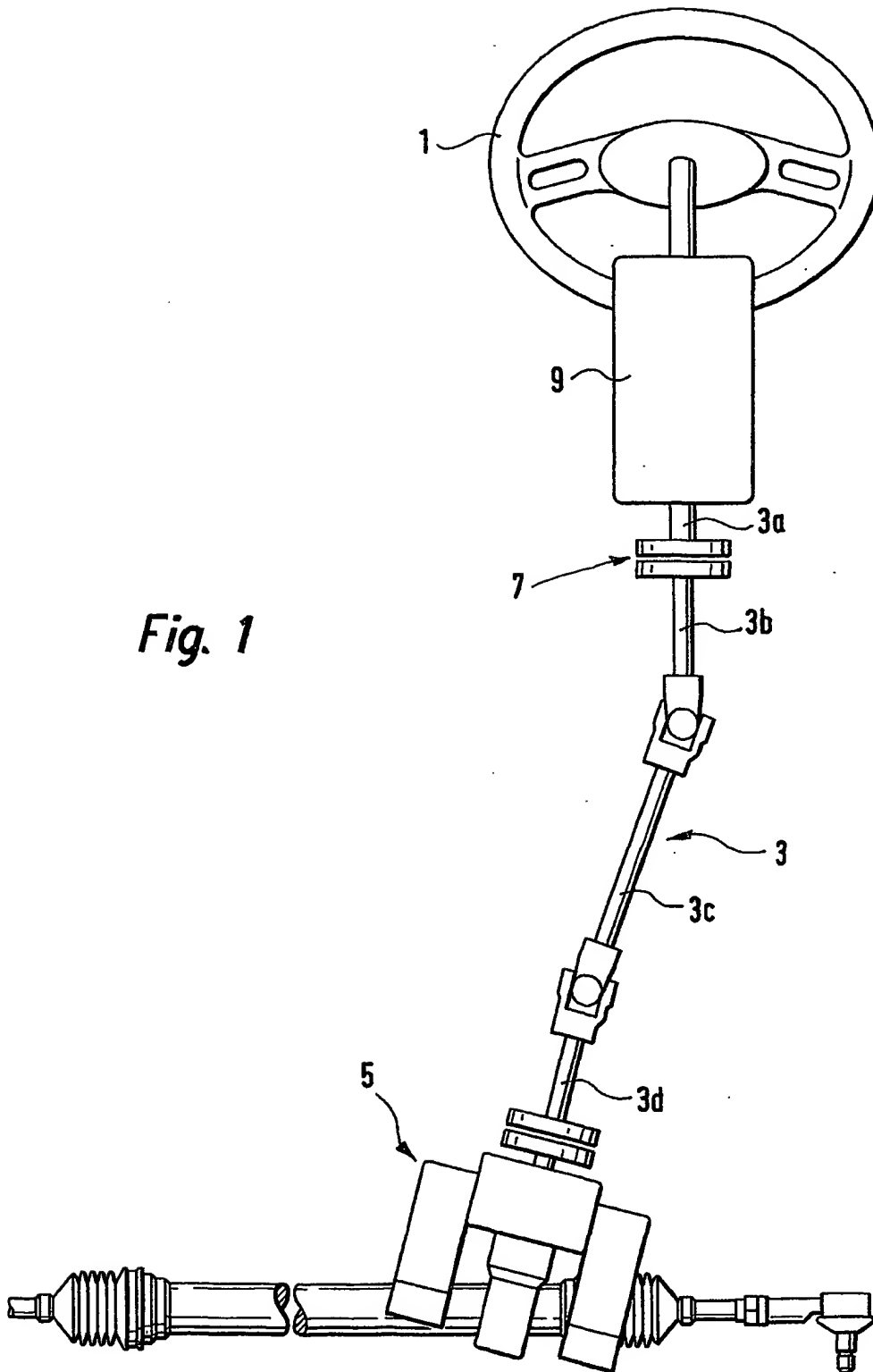
10. Lenkanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung betätigt wird, wenn das Lenkrad (1) mehrere Umdrehungen in eine Richtung ausgeführt hat.

11. Lenkanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung zum Blockieren des Lenkrades (1) dient, wenn das Fahrzeug außer Betrieb ist.

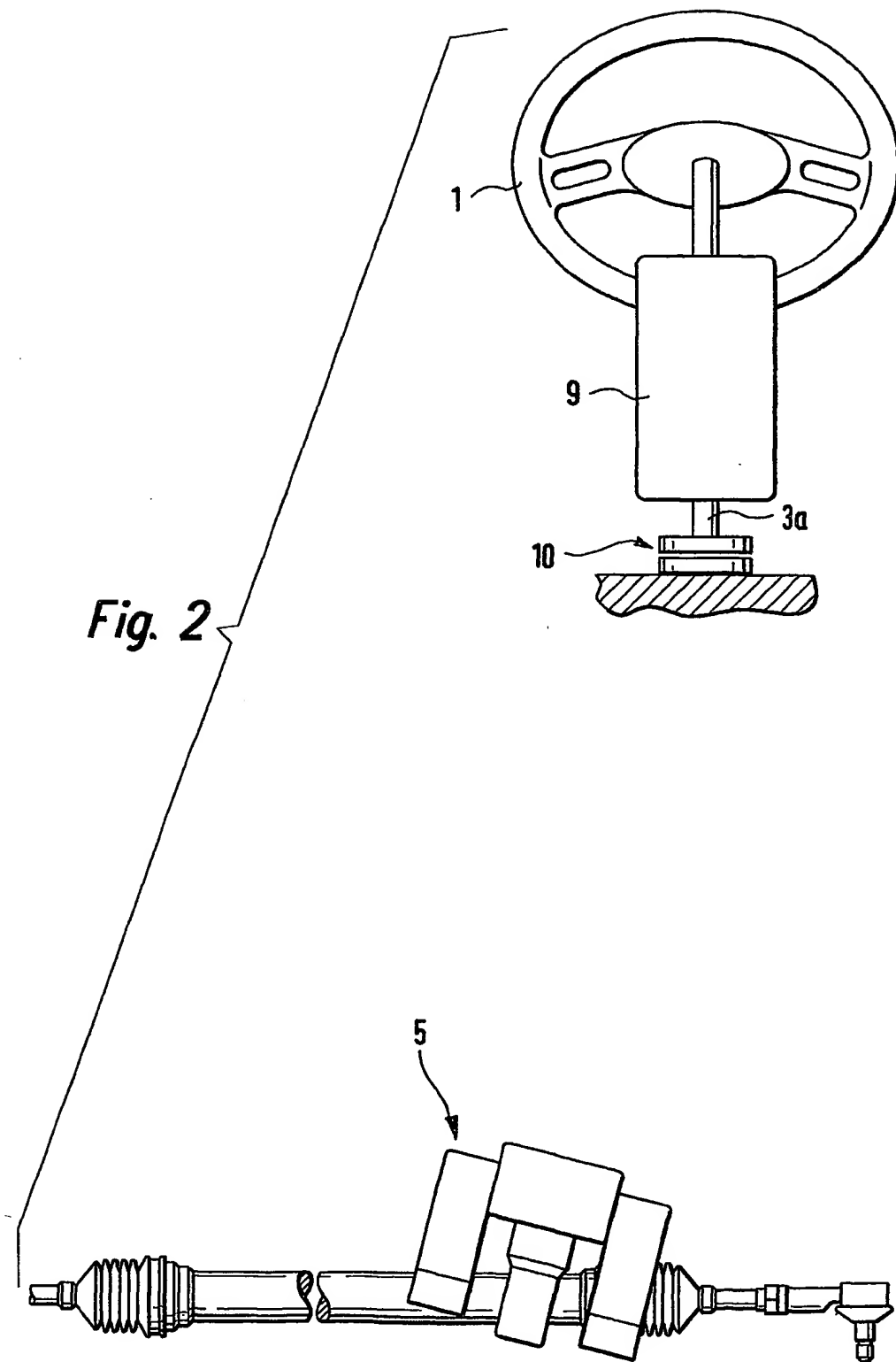
12. Lenkanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung durch
Blockieren des Lenkrades (1) dazu dient, am Lenkrad (1)
eine Begrenzung des Lenkwinkels zu simulieren, die durch
5 einen Bordstein hervorgerufen ist.

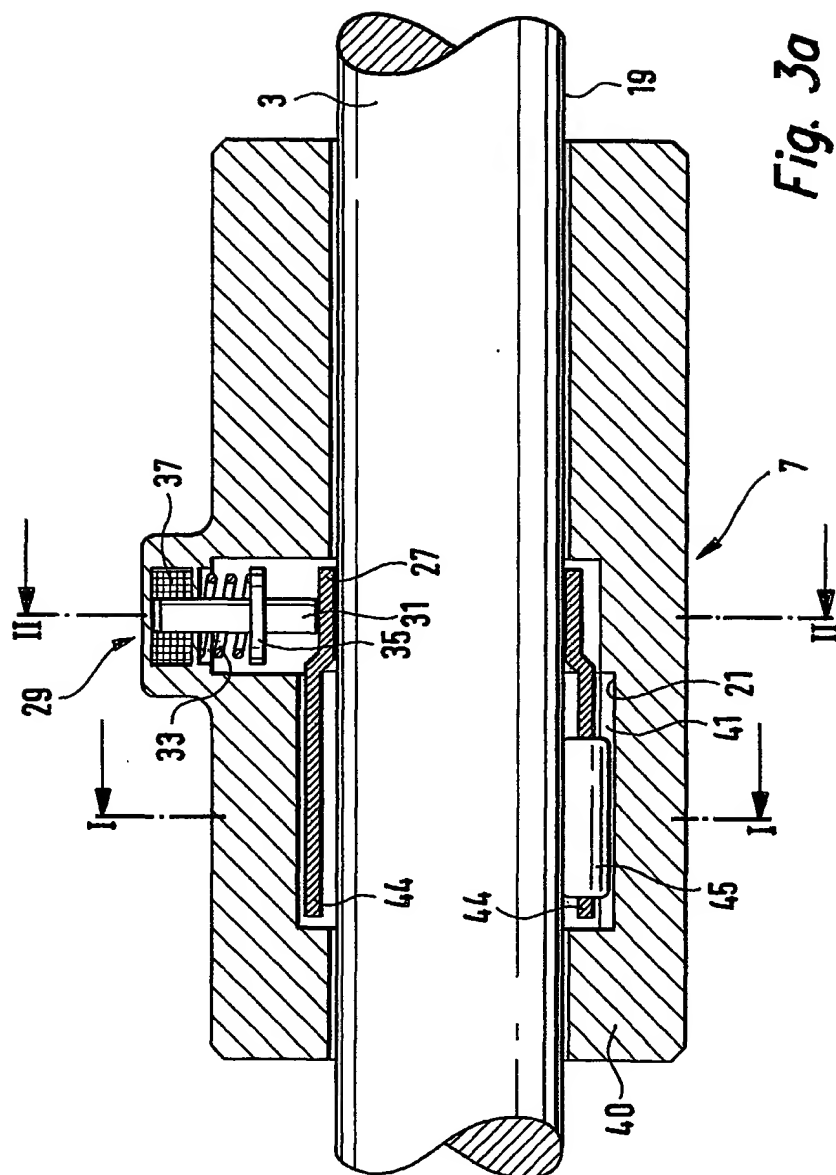
1 / 6

Fig. 1



2 / 6





4 / 6

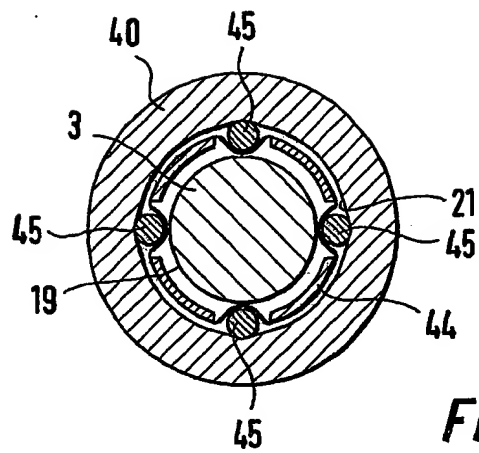


Fig. 3b

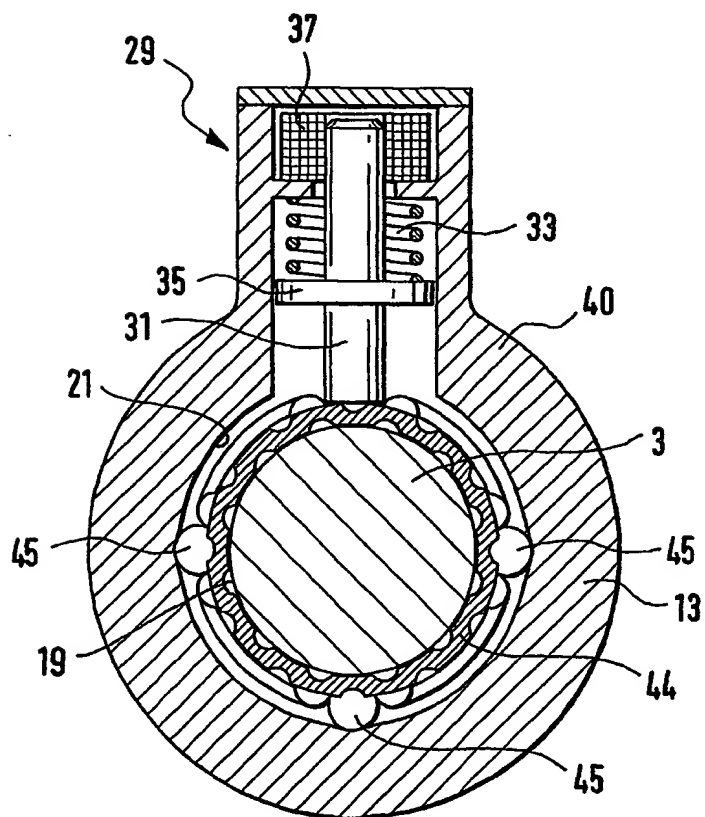
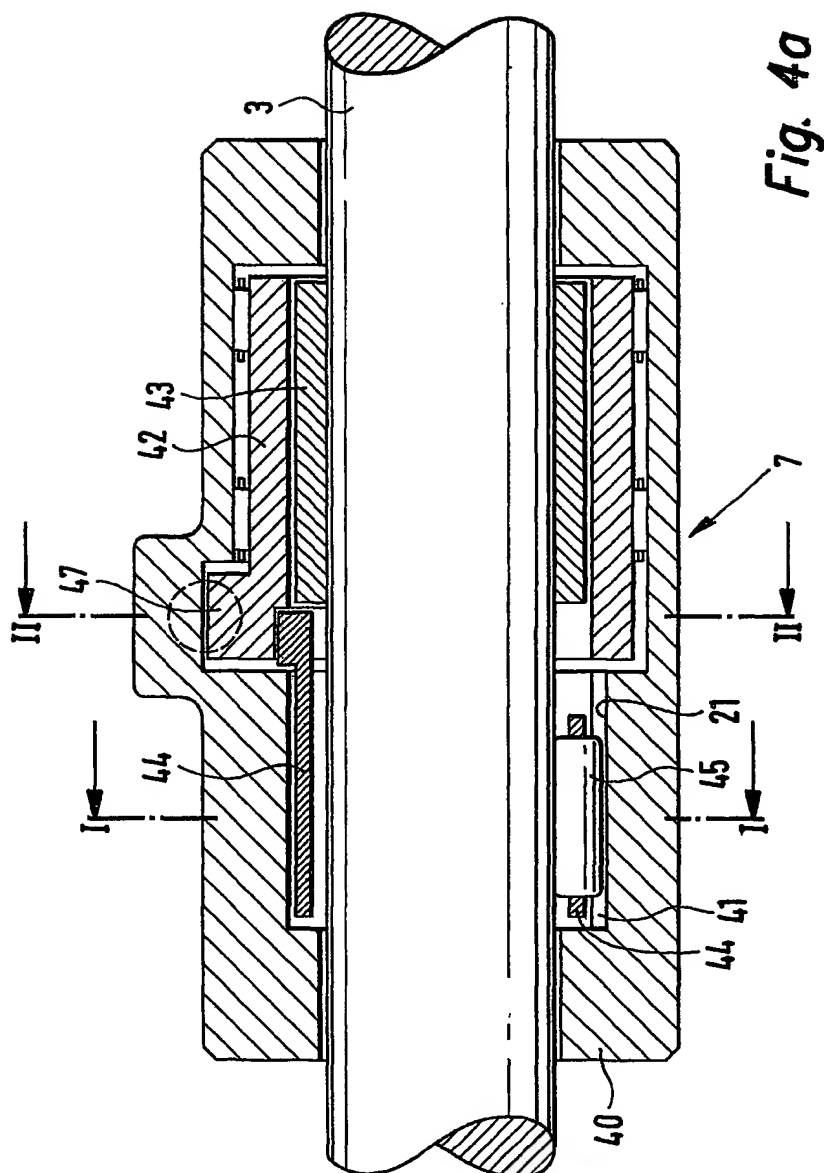
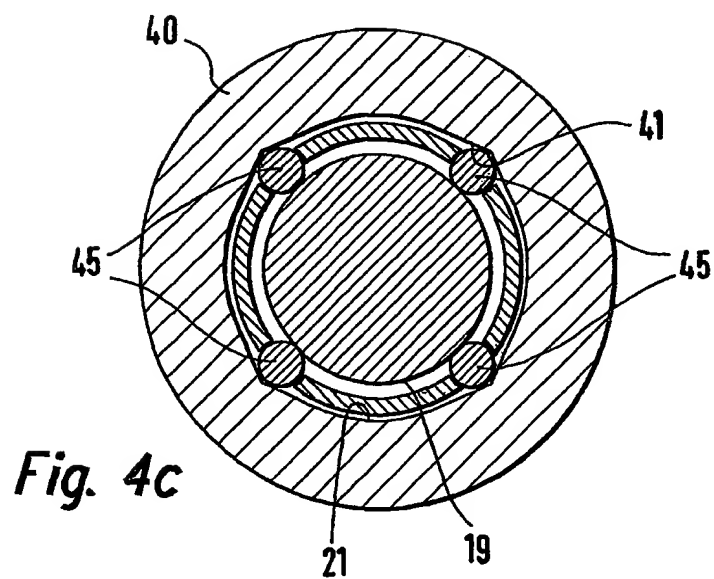
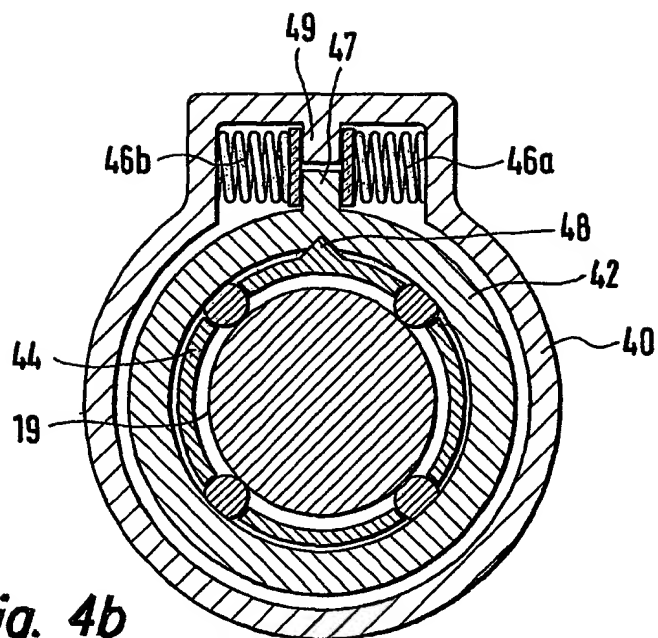


Fig. 3c



6 / 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/04261

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B62D1/16 B62D5/04 | | |
|---|--|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B62D B60R | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | DE 197 55 044 C (DAIMLER BENZ AG) 4 March 1999 (1999-03-04) column 3, line 40 -column 4, line 47 column 4, line 59 -column 5, line 15 figure 1 | 1,2 |
| A | EP 0 261 325 A (TRW INC) 30 March 1988 (1988-03-30) page 6, line 9 - line 17; figure 1 page 8, line 17 -page 12, line 3; figures 2-5 page 14, line 17 -page 15, line 4 | 1-4 |
| A | DE 43 30 658 A (INGELHEIM PETER GRAF VON) 16 March 1995 (1995-03-16) cited in the application column 1, line 47 -column 2, line 6; figure | 1-6,8,11 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. | | |
| * Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the International filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "G" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the International search | | Date of mailing of the International search report |
| 10 April 2002 | | 16/04/2002 |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer Kulozik, E |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/04261

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 19755044 | C | 04-03-1999 | DE 19755044 C1 | 04-03-1999 |
| | | | FR 2772331 A1 | 18-06-1999 |
| | | | GB 2332184 A ,B | 16-06-1999 |
| | | | IT RM980760 A1 | 11-06-1999 |
| | | | JP 3185022 B2 | 09-07-2001 |
| | | | JP 11255132 A | 21-09-1999 |
| | | | US 6138788 A | 31-10-2000 |
| EP 0261325 | A | 30-03-1988 | US 4771846 A | 20-09-1988 |
| | | | BR 8704840 A | 17-05-1988 |
| | | | CA 1272688 A1 | 14-08-1990 |
| | | | EP 0261325 A2 | 30-03-1988 |
| | | | JP 63087369 A | 18-04-1988 |
| | | | KR 9002402 B1 | 14-04-1990 |
| DE 4330658 | A | 16-03-1995 | DE 4330658 A1 | 16-03-1995 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I Internationales Aktenzeichen

RU/DE 01/04261

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B62D1/16 B62D5/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B62D B60R

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | DE 197 55 044 C (DAIMLER BENZ AG) 4. März 1999 (1999-03-04) Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 47 Spalte 4, Zeile 59 - Spalte 5, Zeile 15 Abbildung 1 | 1,2 |
| A | EP 0 261 325 A (TRW INC) 30. März 1988 (1988-03-30) Seite 6, Zeile 9 - Zeile 17; Abbildung 1 Seite 8, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 3; Abbildungen 2-5 Seite 14, Zeile 17 - Seite 15, Zeile 4 | 1-4 |
| A | DE 43 30 658 A (INGELHEIM PETER GRAF VON) 16. März 1995 (1995-03-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 6; Abbildung | 1-6,8,11 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

10. April 2002

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

16/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kulozik, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/04261

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19755044 C | 04-03-1999 | DE 19755044 C1 | 04-03-1999 |
| | | FR 2772331 A1 | 18-06-1999 |
| | | GB 2332184 A, B | 16-06-1999 |
| | | IT RM980760 A1 | 11-06-1999 |
| | | JP 3185022 B2 | 09-07-2001 |
| | | JP 11255132 A | 21-09-1999 |
| | | US 6138788 A | 31-10-2000 |
| EP 0261325 A | 30-03-1988 | US 4771846 A | 20-09-1988 |
| | | BR 8704840 A | 17-05-1988 |
| | | CA 1272688 A1 | 14-08-1990 |
| | | EP 0261325 A2 | 30-03-1988 |
| | | JP 63087369 A | 18-04-1988 |
| | | KR 9002402 B1 | 14-04-1990 |
| DE 4330658 A | 16-03-1995 | DE 4330658 A1 | 16-03-1995 |